


SEP-INDAUTOR  
REGISTRO PUBLICO  
03-2015-121715010800-01

# LA REDISTRITACIÓN ELECTORAL DE 1996

 No. REGISTRO: 03-2015-121715010800-01  
TÍTULO : LA REDISTRITACION ELECTORAL DE  
1996: UN EJERCICIO EN SISTEMAS DE  
INFORMACION GEOGRAFICA Y ANALISIS ESPACIAL  
TIPO DE PROCESO : REGISTRO DE OBRA  
PRESENTACION: HOJAS ENGRAPADAS

Rodolfo Francisco Javier Sánchez Sandoval

## **La Redistribución Electoral de 1996: Un ejercicio en Sistemas de Información Geográfica y Análisis Espacial**

En 1993 la Dirección de Diseño de Proyectos del Registro Federal de Electores integró el Sistema de Información Geográfica Electoral, SIGE, con el propósito fundamental de proporcionar instrumentos que permitieran realizar escenarios de distritación electoral de manera robusta y eficiente. En ese entonces los actores políticos realizaban modificaciones al marco electoral constitucional. Los trabajos del SIGE se iniciaron en un ambiente de indefinición en aspectos puntuales como el número definitivo de distritos y de incertidumbre en los acuerdos políticos que emanarían de la inédita actividad de los partidos políticos en la vida nacional.

### **Consideraciones generales.**

La esencia de la democracia se sintetiza en la frase: “un hombre, un voto”, pero, ¿Cómo ha de dividirse el territorio nacional para dar a cada ciudadano igual oportunidad de representación? Esta pregunta se responde de distintas maneras en distintos lugares. Por ejemplo, en Israel cada partido presenta una lista de sus candidatos. El número de candidatos electos de cada partido es directamente proporcional al total de votos obtenidos por el partido en las elecciones nacionales. En Inglaterra los distritos electorales son producto del devenir histórico y responden fundamentalmente a la identidad de los electores con su terruño. La desproporción poblacional se hace irrelevante cuando los diputados electos representan a la “corona” y no a sus electores directos. En el estado de Florida, en los EEUU, el desequilibrio poblacional no debe ser mayor a dos electores, razón por la cual los límites distritales pueden partir una manzana y hasta una casa pudiendo quedar un matrimonio en dos distritos ajenos.

El distrito electoral es una unidad territorial donde los ciudadanos eligen a un representante, diputado o miembro del poder legislativo.

Las dificultades que presenta la elaboración de escenarios de distritación son de orden constitucional y legal, geográficas y prácticas, además de las puramente técnicas. Al particularizar, nos enfrentamos a problemas múltiples que son producto de tradiciones, parroquialismos, etnicidad, etc.

### **Antecedentes:**

Cuando se inició el proyecto en 1993, la necesidad de realizar una redistribución electoral a nivel federal era una necesidad apremiante del Estado Mexicano. El marco geoelectoral vigente entonces contenía un distrito con alrededor de cincuenta mil habitantes y otro con casi tres cuartos de millón, era a todas luces inequitativa.

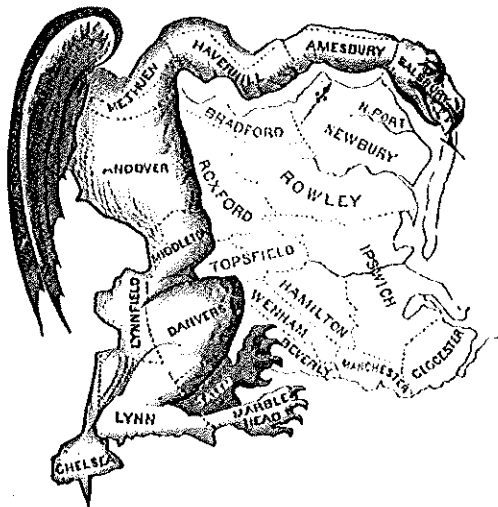
Se esperaba que el proceso de redistribuir se hiciera como siempre: un trazo arbitrario sobre un dibujo o un mapa a lo que se conjuntaban estimaciones y verificaciones poblacionales empleando calculadoras y tabulados censales en un proceso manual sin un marco metodológico y con una visión de "túnel". El proceso no era replicable, aun cuando fuera realizado por las mismas personas con lo cual la transparencia del proceso siempre era sujeto de sospechas.

### Dos aspectos del problema:

¿La redistribución es realmente un problema? Surgió entre algunos de los actores del proceso la inquietud de generar todos los escenarios de distribución posibles para seleccionar el mejor, a lo que respondimos haciendo algunos cálculos. Simplifiquemos el problema por ejemplo, redondeando un poco los números disponibles, veamos de cuantas maneras diferentes podemos conjuntar 2,400 municipios en grupos de ocho para obtener 300 distritos. El número de combinaciones (escenarios posibles) de 2,400 municipios tomados de 8 en 8 es aproximadamente  $2.73 \times 10^{22}$  escenarios. Repitamos el ejercicio usando 60,000 secciones electorales tomadas de 200 en 200 para formar 300 distritos. El número de escenarios posibles es de  $2.65 \times 10^{495}$ . De acuerdo a los físicos, la edad del universo es del orden de  $3.2 \times 10^{17}$ , medida en segundos. De esto se desprende que la redistribución es al menos un problema de números realmente grandes. La redistribución electoral federal de 1996 se hizo con 63,610 secciones electorales en 2,428 municipios.

Otro aspecto que demandó nuestra atención desde el inicio del proyecto fue el de evitar a toda costa que la solución propuesta pudiera contaminarse por nuestras acciones o inacciones, y dado el entorno de trabajo, hasta la sospecha de un sesgo podía significar un fracaso total.

Son dos los vicios principales en que puede incurrir un escenario de distribución: la desproporción poblacional y el llamado "efecto salamandra". La desproporción se manifiesta cuando la población de un distrito se aleja de la media de manera injustificable. Basta con asegurar que la desviación poblacional no se aleje del valor esperado para evitar la desproporción.



Esta caricatura de marzo de 1812, fue una respuesta a los distritos electorales presentados por la legislatura de Massachusetts para favorecer los candidatos del Partido Demócrata-Republicano del gobernador Elbridge Gerry contra los Federalistas. La prensa federalista identificó la forma del distrito con la de una salamandra

(*salamander* en inglés) palabra que combinada con el apellido del gobernador produjo la voz *gerrymander*, que en inglés identifica el efecto salamandra. El efecto salamandra consiste en realizar la distribución introduciendo un sesgo para favorecer a un partido o para perjudicar a otro.

Aunque por algún tiempo se pensó que este sesgo necesariamente se reflejaría en la forma de los distritos. Como en el caso original, se pensó que la forma caprichosa delataba el efecto. Empero, salvo casos excepcionales, matemáticamente no es posible demostrar que se ha introducido un sesgo en una distritación. Esto nos obligó a cuidarnos las manos mutuamente en todos los niveles con acceso a los escenarios, lo cual no presentó dificultades en el sistema utilizado, por definición transparente y replicable.

En el lado amable de las cosas, el efecto salamandra se emplea actualmente en los EEUU para compensar situaciones consideradas injustas mediante las llamadas "acciones afirmativas". (Véase la causa "Shaw versus Reno" de la Suprema Corte de Justicia).

Aparentemente el problema de redistribuir es sencillo de resolver, pero esta apariencia es falsa. El problema es difícil y posee múltiples vertientes que deben explorarse y atenderse. El método científico, proporcionó al SIGE un enfoque sistémico y analítico que presenta ventajas, señaladamente la replicabilidad y la transparencia, lo que facilitó el cumplimiento de los criterios que fueron establecidos, permitiéndonos tener como prioritario el principio de una persona un voto.

#### **Metodología de diseño del Sistema de Información Geográfica Electoral (SIGE)**

En 1993 se inició en la Dirección de Diseño de Proyectos del Registro Federal de Electores el Diseño Conceptual del SIGE. La versión operativa de julio de 1993 contempla la ubicación del SIGE en la institución (tanto el RFE como el Instituto Federal Electoral), una metodología de diseño, objetivos, metas, modelo geográfico así como sus objetos y relaciones y los subsistemas y sus componentes. Se abrieron casi simultáneamente varias líneas de trabajo: definición de los recursos mínimos y programa de puesta en marcha de la plataforma tecnológica, capacitación de operadores, conversión digital de la cartografía en papel, algoritmos para la redistribución, etc.

El metasisistema del SIGE lo ubica en las oficinas de la Dirección de Diseño de Proyectos del RFE, con un incómodo proveedor de información básica, la Dirección de Cartografía Electoral, DCE, con suficiente autonomía para los propósitos propios, bajo la lupa del IFE y de los partidos políticos con registro en el IFE, con una estructura de personal mínima, pero robusta y flexible. Contamos con contactos importantes entre los proveedores de información, INEGI y PEMEX, los proveedores de tecnología, Arc-Info, Intergraph, Silicon Graphics, IBM, etc. El documento de julio de 1993 constituyó una guía operativa para tener claros los propósitos y metas así como las vías para lograrlos. Se logró inducir una mística de trabajo y un espíritu de cuerpo en el personal, que participó con entrega y orgullo en ello.

El modelo geográfico del sistema de información constituido por la estructura gráfica de secciones electorales y la base de datos asociada, se construyó, no sin dificultades y tropiezos a partir de los materiales del INEGI trabajados originalmente para PEMEX, y de los croquis de la DCE para lo cual se requirió hacer compatible la estructura gráfica y base de datos con la base de datos de padrón, a la que no teníamos acceso, pero que nos proporcionó la información macro, secciones - municipio - entidad federativa. La información de la DCE también debió compatibilizarse. Los programas para el recocido simulado, los heurísticos y el Dynamo demandaron información seccional y municipal, así

como relaciones de vecindad, en estructuras computacionales, listas, para efficientar los recursos computacionales.

Los algoritmos hechos en casa se programaron en C básico de tal manera que corrían en cualquier plataforma.

El manejador de base de datos Oracle nos permitió manipular eficientemente la información disponible que fue estructurada para hacer la redistribución y para verificar la consistencia y compatibilidad de las diversas bases provenientes de fuentes distintas.

Los equipos de cómputo, hardware y software, empleados fueron siete estaciones de trabajo Intergraph con software de dibujo tipo CAD con adenda geográfica y dos RS-6000 de IBM con software de ESRI (Arc/Info), scanner y plotter. La expansión inicial planeada y programada para el segundo año nunca se materializó. En la etapa crítica nos apoyaron con un par de computadoras Silicon Graphics que demostraron ser idóneas para la tarea de correr el heurístico miles de veces.

### **Método Reyes**

México es el país de la improvisación. Pero es imposible improvisar un sistema con la complejidad del SIGE. Aquí es donde el Método Reyes opera. Consiste en establecer muy tempranamente en el proyecto una meta o un objetivo, mínimo pero definitivo y/o definitorio del proyecto y construir tan rápido como sea posible un andamiaje, una cimbra que permita alcanzar la meta u objetivo parcial, o al menos permita hacer ver que está al alcance de la mano. Esto no debe entorpecer el sano desarrollo del proyecto sino por lo contrario, debe mostrar el camino a seguir para el logro de los objetivos, debe servir de muestra y ser un faro que señale el buen rumbo. En nuestro caso particular podemos señalar que en el SIGE se construía la última estructura gráfica, correspondiente a Sinaloa, cuando ya se habían entregado los resultados finales de la mitad de las entidades federativas. No se improvisa, se construyen bases sólidas sobre las que se levantan andamios coalescentes con las metas y objetivos del proyecto.

El SIGE es un instrumento integrado con personas, cada uno con su bagaje propio de educación, formación y entrenamiento; un área de trabajo con mobiliarios, equipos, hardware y software, bajo un enfoque sistémico, para coadyuvar en la solución de problemas y la toma de decisiones del RFE relativos a la redistribución electoral federal de 1996.

### **El Marco Legal y otras Restricciones**

Los Artículos de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos relevantes para el SIGE son:

*Artículo 53.- La demarcación territorial de los 300 distritos electorales uninominales será la que resulte de dividir la población total del país entre los distritos señalados. La distribución de los distritos electorales uninominales entre las entidades federativas se hará teniendo en cuenta el último censo general de población, sin que en ningún caso la representación de un Estado pueda ser menor de dos diputados de mayoría.*

*Artículo 40. ... República representativa, democrática, laica, federal, compuesta de Estados libres y soberanos en todo lo concerniente a su régimen interior; pero unidos en una federación establecida según los principios de esta ley fundamental.*

*Artículo 41.- El pueblo ejerce su soberanía por medio de los Poderes de la Unión, en los casos de la competencia de éstos, y por los de los Estados, en lo que toca a sus regímenes interiores, en los términos respectivamente establecidos por la presente Constitución Federal y las particulares de los Estados...*

El Consejo General del IFE estableció normas y restricciones que los trabajos de distritación debían acatar. Señalaron que al interior de cada entidad federativa, en aquellos municipios que por razón de su población puedan contener dos o más distritos la redistribución se debe hacer a su interior empleando las secciones electorales como unidades básicas. Los municipios restantes deberán conjuntarse con otros municipios de la entidad y constituirán la unidad básica de la distritación

El Consejo General demanda también que los escenarios de redistribución propuestos cumplan con los siguientes criterios:

- Igual población.
- Igual probabilidad de ser representados.
- Unidades territoriales de forma compacta.
- Unidades territoriales contiguas.

Sin embargo, cumplir con salvaguardar 1.- Integridad de comunidades, 2.- Elementos de homogeneidad distrital, 3.- Integridad de las Unidades Políticas o 4.- "Alterar el sistema lo menos posible", resultaba ser imposible ya que no contábamos con definiciones cerradas de tales elementos y mucho menos con expresiones cartográficas de los mismos. No sin esfuerzo los convencimos de esto.

### **Esbozos de solución**

El ámbito natural de competencia del SIGE lo hace un consumidor de la información y datos producidos por la Dirección de Cartografía Electoral, la base de datos del Padrón Electoral, los acervos estadísticos de elecciones federales pasadas y de otras fuentes externas de información estadística y geográfica.

La "cartografía" disponible en la DCE (Dirección de Cartografía Electoral) del RFE (Registro Federal de Electores) la constituían dos colecciones fundamentales: los planos distritales y los planos seccionales. Ambas colecciones cartográficas carecían de marco, escala u orientación. En los croquis, que no cartografía, elaborados por la DCE se privilegió maximizar el uso del papel, con lo que la escala de los materiales fuente se perdió y la orientación, usualmente asociada mediante el norte-arriba, se perdió también. La Dirección de Cartografía Electoral no produjo ningún material "cartográfico" con cobertura estatal o nacional, con escala, orientación, referencia coordinada a un sistema de proyección que se aproximara a la definición de la Unión Cartográfica Internacional. Por órdenes explícitas de la Dirección Ejecutiva del RFE, la DCE nos proporcionó croquis los llamados Croquis Municipales Seccionales, CMS, y los Planos Urbanos Seccionales, PUS. Estos croquis se

convirtieron a formato digital vectorial en mesas digitalizadoras y por medio de un escáner para vectorizar en pantalla.

La cartografía digital requerida para la redistribución tiene como unidades fundamentales las **Secciones Electorales**. Por definición son áreas totalmente contenidas al interior de un municipio y como regla general, tienen entre 50 y 1,500 electores y usualmente está asociada a una casilla durante la jornada electoral.

Los positivos de impresión de la Carta Topográfica 1:50,000 del INEGI fueron escaneados por personal del Sistema Corporativo de Información (SICORI) de PEMEX. Tras obtener autorización formal del INEGI para su uso, y los materiales digitales crudos del SICORI, en el SIGE se hizo la georeferenciación de tres de las cuatro capas de la carta, planimetría, altimetría e hidrología, en formato raster. La capa de cubierta vegetal fue omitida por su irrelevancia, alto costo y desactualización.

Todos los materiales proporcionados por la DCE fueron vectorizados y sobrepuestos a la Carta Topográfica 1:50,000. En este proceso se realizó un buen trabajo cartográfico en el que la topología, esto es, las relaciones de vecindad y la posición relativa de las secciones, fueron prioritarias para su construcción, con algunas mermas en la calidad cartográfica y la precisión métrica.

Se elaboró una cartografía seccional para cada una de las treinta y dos entidades federativas de la República Mexicana. Los municipios en esta cartografía se definieron mediante la suma gráfica de sus secciones electorales.

Acatando la directiva del Consejo General, para cada entidad federativa se integraron los universos de trabajo constituidos por aquellos municipios que debían conjuntarse para formar distritos y aquellos municipios que debían partirse en dos o más distritos conjuntando secciones electorales.

Después de los procesos de limpieza y verificación de la base de datos asociada a la cartografía, se realizó una contrastación contra la base de datos del Padrón Electoral. El Padrón Electoral es producto de la Credencial para Votar con Fotografía. La base de datos del Padrón fue ligada a la base de datos asociada a la cartografía seccional, con propósitos de verificación, ya que asocia cada elector con su Sección Electoral. Esto nos permitió garantizar la integridad y completez de la cartografía y la base de datos asociada: a cada sección electoral le corresponde un polígono simple cerrado en la cartografía, un registro ligado a dicho polígono en la estructura digital ligada al dibujo cartográfico y un número de sección electoral en la base de datos del Padrón Electoral, este último es el que aparece en la Credencial para Votar de cada ciudadano empadronado en el país.

### **Un Primer Paso**

La población ideal o meta poblacional para cada distrito es el resultado de dividir la población total del país entre trescientos. La población de un estado no es un múltiplo entero de la población meta nacional. El problema se complica cuando consideramos la norma constitucional que otorga a cada estado un mínimo de distritos, dos, independientemente de su población. Esto ocurre con frecuencia en territorios vastos casi despoblados. Tal es el caso de Baja California Sur; sus habitantes están sobrerrepresentados.

El total de distritos es un número fijo que debe dividirse entre los estados, libres y soberanos. El problema acepta diversas soluciones y se complica. ¿Cómo se deben ajustar las fracciones, a mayor entero o a menor entero o distribuir los distritos pendientes por las fracciones remanentes de mayor a menor?

La técnica de Sainte Laguë, fue calificada a principios del Siglo XX como "la más justa". En ella se asigna a cada estado de la república el número de distritos que corresponde proporcionalmente a la parte entera de la razón resultante de dividir la población total de la entidad entre la población meta o ideal definida arriba. Para distribuir el resto de los distritos, los correspondientes a las partes fraccionarias se minimizan las diferencias en el "*valor del voto*" entre un estado y otro. Definimos el "*valor del voto*" como el resultado de dividir el número ideal o meta de habitantes entre el número real de habitantes.

### Universos de trabajo.

Después de asignar el número de distritos correspondiente a cada estado, la población meta o ideal debe recalcularse para cada universo de trabajo en cada entidad federativa.

El principio de un "ciudadano un voto", es difícil o imposible de cumplir si lo tomamos al pie de la letra cuando los distritos se integran con secciones electorales o municipios completos. Bajo esta luz, el problema debe reescribirse como: "Las diferencias entre las poblaciones de los distritos electorales deben minimizarse". El Consejo General decidió que las poblaciones distritales no debían diferir de la población meta en más o menos un 15%.

### Diseño de algoritmos

Paralelamente a la construcción de la base cartográfica digital, se analizaron distintas opciones para la elaboración de algoritmos de distritación automatizada.

Los acuerdos de enero de 1996 del Consejo General del Instituto Federal Electoral impusieron las condiciones definitivas que habían de satisfacer los escenarios de redistribución que se propusieran.

Exigieron fundamentalmente que el proceso de generación de escenarios fuese:

- reproducible,
- auditable y
- transparente.

Optamos por desarrollar algoritmos heurísticos genéricos para la construcción de cada distrito a partir de una semilla. El modelo fundamentado en el *recocido simulado* fue desechado por el Consejo General pues al incluir funciones aleatorias, no es, en términos estrictos, reproducible. Con esto se perdió el mecanismo previsto para la optimización de los escenarios. El algoritmo heurístico que debía proporcionar un escenario base para optimizar quedó entonces como el modelo fundamental para la distritación.



Planteamos la posibilidad de una solución híbrida con software de apoyo (Dynamo, Intergraph) para que un operador pudiese ajustar detalles en los escenarios producidos.

Otra restricción impuesta fue la selección de la semilla norte para el primer distrito en cumplimiento del Acuerdo del Consejo General. Esto es, la unidad que contenga el punto más septentrional, la mayor coordenada Y en la proyección UTM empleada, será empleada como semilla del distrito uno en todos y cada uno de los universos de trabajo.

El acoplamiento de los algoritmos heurísticos no fue completo. Los programas heurísticos operaban sobre la base de datos numérica al margen de la parte gráfica. Fue pertinente construir un visualizador para permitir ver en pantalla como se unían las unidades para formar los distritos. Esto se hizo únicamente en pocos casos con fines ilustrativos.

#### **Algunas Definiciones:**

Unidad geográfica o unidad.- Un municipio o una sección.

Semilla.- Es la unidad alrededor de la cual se construye un distrito.

Distrito.- Es un conjunto de unidades. Al inicio de la formación de un distrito, este es idéntico a la semilla.

Distrito cero.- Todas las unidades no asignadas a un distrito.

Población meta.- Es un número entero que se obtiene de dividir la población del municipio o estado entre el número de distritos que le corresponden.

Forma de crecimiento.- Central, Mejor Vecino y Mixto.

Vecino.- Unidad con la que se comparte al menos un (segmento) límite.

Vecino del distrito.- Unidades vecinas a las unidades ya incorporadas al distrito.

Conjunto de unidades candidatas.- Unidades no asignadas que son vecinas al distrito en formación y de acuerdo con la forma de crecimiento.

#### **Función numérica.**

La programación de los algoritmos y estructuras de datos fue hecha en "C" básico para permitir su uso sin modificaciones o adecuaciones en múltiples plataformas.

La función de los números que permiten seleccionar la unidad geográfica para la iniciar construcción de los distritos subsecuentes al primero, se apoya en las funciones *rand()* y *srand()* que forman parte de las librerías del lenguaje "C".

*Srand(int)* "seed\_rand" permite inicializar, con un argumento entero, a la función *rand()*. *Rand()* dependiendo del número de inicialización proporciona una secuencia de números, comprendidos entre 0 y 32,767, con una distribución uniforme.

El valor para inicializar utilizado en  $Srand(\#)$  es el número de ciclo que se corre en el heurístico (independiente del tipo de crecimiento). Y el número entregado por  $rand()$  es acotado por la función "módulo  $m$ ", con " $m$ " igual al número de unidades geográficas no asignadas hasta este momento; de esta forma, el número que regresa  $rand()$  corresponderá a alguna de las unidades libres y con ello es posible tomarla para ser la siguiente unidad geográfica inicial en la formación del nuevo distrito.

### Formas de Crecimiento

#### 1. Crecimiento Central.

Para todas las unidades geográficas se forma una lista de secciones o municipios ordenada por población decreciente.

Toma la semilla del distrito (elemento "cero" en la lista) y va agregando una a una las unidades vecinas de la misma (ver en reverso el proceso de desojar una margarita); guardando la unidad que agregó y el orden. Una vez que se terminan de agregar todos los vecinos a la unidad en consideración, se toma el siguiente elemento siguiendo el orden de asignación y se repite el proceso en tanto que al agregar un elemento más al distrito la población del conjunto formado no se aleje de la media en valor absoluto.

#### 2. Crecimiento por Mejor Vecino.

Teniendo la semilla para el distrito, se considera una lista de todos los vecinos al distrito en formación y se busca aquella unidad que presente el mayor número de vecindades con el distrito en construcción, la agrega al distrito, en el caso de que haya el mismo número de vecindades, elige la primera que encontró y actualiza la lista de vecindades del distrito cada vez que agrega una unidad.

Continúa de esta forma hasta que al agregar un elemento más al distrito la población del conjunto formado se aleja de la media en valor absoluto o hasta que no tenga vecinos que agregar.

#### 3. Crecimiento Mixto

Inicia con la forma de crecimiento central, en el momento en que encuentra que los vecinos de la semilla fueron agotados, permite al distrito crecer con el criterio de mejor vecino una sola vez, para regresar al crecimiento central. Si vuelve a encontrar la misma situación descrita arriba, cambia una vez más al criterio de mejor vecino. Continúa de esta forma hasta que no haya opción o al agregar un elemento más al distrito la población del conjunto formado se aleja de la media en valor absoluto. En síntesis, el crecimiento mixto es la combinación de los dos anteriores. Inicia con la forma de crecimiento central y al momento de parar de acuerdo al criterio establecido, crece una vez por el mejor vecino para continuar este proceso.

### Algoritmo heurístico para distritar:

1. Toma la unidad que será la primera semilla para iniciar la conformación del distrito uno.
2. Selecciona del conjunto de unidades candidatas, la unidad  $i$  para agregarla al distrito en formación. Si no hay candidatos continúa en el paso cinco.

3. Si al agregar la unidad  $i$  no se aleja de la población meta, entonces la añade al distrito en formación. Si se aleja continúa en el paso cinco.
4. Continúa con el paso dos.
5. Mientras el conjunto de unidades que exceden la población meta tenga elementos, se forman distritos conformados únicamente por cada una de las unidades del conjunto.
6. Mientras no se formen los  $N$  distritos requeridos, continúa en el paso siete. Cuando se terminen de conformar los  $N$  distritos, continúa en el paso diez.
7. Obtener una semilla de la función numérica. (ver párrafo precedente).
8. Selecciona del conjunto de unidades candidatas la unidad  $i$  para agregarla al distrito en formación. Si no hay candidatos continúa en el paso seis.
9. Si al agregar la unidad  $i$  la población no se aleja de la población meta entonces se añade y continúa en el paso ocho.
10. Se examina el conjunto de las unidades que permanecen en el distrito cero después de haber formado los  $N$  distritos requeridos.
11. Si el conjunto está vacío continúa en el paso trece.
12. Se ordenan los distritos de menor a mayor población en una lista.
13. Selecciona de esta lista uno a uno los distritos en orden de población creciente y trata de encontrar unidades del distrito cero que sean vecinas al distrito para asignárselas. Cuando se asigna alguna unidad continúa en el paso diez.
14. Termina.

### Optimización

El programa descrito elimina la necesidad de un operador pero el modelo heurístico carece de mecanismos de optimización. Para subsanar en alguna medida optamos por realizar mil ejercicios por cada una de las tres formas de crecimiento distrital adoptadas. El gran número de ejercicios compensa de alguna manera la carencia de mecanismos reales de optimización. Al generar un escenario, se guarda en memoria y se determina la varianza estadística del mismo. Cuando se genera un nuevo escenario, este se compara con el almacenado previamente en memoria y cuando la varianza es menor, este nuevo sustituye al que se guardaba en memoria. Al concluir los mil ejercicios con cada forma de crecimiento solo hace falta contrastar las tres soluciones, las tres mejores, para adoptar como propuesta el escenario que presenta la menor desviación en la población de los distritos.

Las mejores soluciones obtenidas para cada universo se conjuntaron en un escenario estatal recalculando las medidas estadísticas de desviación en la población estatal, tanto en las bases de datos como en la cartografía.

### Problemas y soluciones

El estado de Coahuila de Zaragoza presentó un problema que requirió flexibilizar en alguna medida la metodología empleada. Le correspondieron siete distritos electorales pero, las poblaciones de Saltillo y Torreón, eran aproximadamente 2.7 veces la población meta por lo que, si se asignaban tres distritos a cada una de dichas ciudades, quedaba un distrito para el resto del estado. Se optó por fraccionar los municipios mencionados para lograr el equilibrio poblacional.

En las grandes urbes los escenarios distritales presentaban desviaciones poblacionales muy pequeñas, satisfactorias por ello pero con geometrías que ignoraban los grandes rasgos urbanos como vías confinadas y principales avenidas y calles. En estos escenarios se aplicó el Dynamo para ajustar los límites distritales a esos rasgos notables que son fácilmente reconocibles por los votantes, aunque se sometieron a una nueva exigencia: los escenarios así modificados debían mejorar simultáneamente la geometría y la desviación poblacional para ser aceptados.

Otra restricción geográfica importante, debida a que los límites municipales y la distribución de la población en ellos, parecerían ser arbitrarios al verlos en un mapa. Municipios gigantescos con poblaciones minúsculas y viceversa, formas caprichosas y relaciones de vecindad determinadas por accidentes geográficos e infraestructura insuficiente, a menudo estrangulan e imposibilitan o limitan fuertemente la posibilidad de obtener distritos con poblaciones similares.

En algunos escenarios de distritación las características geográficas impidieron cumplir con los límites impuestos a la desviación poblacional. El ejemplo más claro se presentó en Chiapas donde el municipio de Tapachula se extiende desde el Océano Pacífico hasta Guatemala, dejando atrapados algunos municipios que por si solos o unidos a Tapachula generan desviaciones superiores al 15%.

### Resultados

- La solución, el sistema de información, la información, los algoritmos y sus resultados fueron aceptados por todos los partidos políticos.
- Aproximadamente la mitad de las propuestas generadas por el heurístico fueron aprobadas sin sufrir modificación alguna.
- El escenario de distritación fue aprobado por unanimidad en el Congreso.
- Las votaciones federales de 1997, 2000 y 2003 se realizaron con esta distritación electoral.
- La redistribución de 1996, fue una distritación de todos y para todos; auditable, reproducible y transparente.
- Su aprobación final es un hito histórico ya que fue aprobada por consenso unánime.

### Conclusiones

En las páginas anteriores se encuentra entreverados los componentes del sistema de información geográfica, el Metasistema con la breve mención del modelo organizacional del SIGE como parte de una dirección inmerso en el contexto del IFE y el RFE, los partidos políticos y el marco nacional donde juegan el rol previsto en el análisis de requerimientos; los subsistemas y componentes, las

interrelaciones, los flujos de información o las actualizaciones, etc. que conformaron el Sistema de Información así como los elementos de tecnologías de la información, las estructuras de datos, los paquetes y programas del Sistema Computacional pero es posible visualizar el papel que cada elemento jugó para llegar a los resultados mencionados arriba.

En otro nivel de abstracción, el análisis espacial, constituye la parte medular del SIGE, ya que empleamos las relaciones de vecindad, la topología elemental establecida por el compartir un simple límite, que incorporada a las estructuras gráficas y de base de datos permitieron que la computadora produjera miles de escenarios de distribución ante el azoro y sorpresa de algún geógrafo que exclamaba: “nunca pense que una computadora pudiera hacer una redistribución”.

R.F.J. Sánchez Sandoval  
CentroGeo  
Julio, 2015